

1924.69229

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Kazuhito Ichihara
Serial No.:
Conf. No.:
Filed: January 28, 2004
For: METHOD OF AND APPARATUS FOR
READING RECORDING MEDIUM,
HARDDISK CONTROLLER
Art Unit:
Examiner:

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to: MS Patent Application, Commissioner for Patents, Alexandria, VA 22313-1450, on this date.

Jan. 28, 2004
Date


Express Mail No. EV032731338US

CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2003-039597, filed February 18, 2003

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By



Patrick G. Burns
Registration No. 29,367

January 28, 2004
300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, Illinois 60606
Telephone: 312.360.0080
Facsimile: 312.360.9315

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 2 月 1 8 日

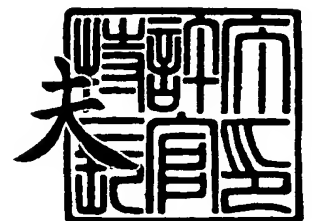
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 3 9 5 9 7
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 3 9 5 9 7]

出 願 人
Applicant(s): 富 士 通 株 式 会 社

2 0 0 3 年 1 1 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0252860

【提出日】 平成15年 2月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/09 321
G11B 5/09 341
G06F 11/10 330

【発明の名称】 記録媒体再生装置、記録媒体再生方法およびハードディスクコントローラ

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 市原 一人

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 菅原 隆夫

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 山▲崎▼ 昭広

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089118

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036711

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9717671

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記録媒体再生装置、記録媒体再生方法およびハードディスクコントローラ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこなって該情報を再生する記録媒体再生装置であって、

前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定手段と、

前記誤り訂正可否判定手段による判定の結果が誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対して内符号復号器と外符号復号器を繰り返し用いて最大事後確率復号をおこなう復号手段と、

を備えたことを特徴とする記録媒体再生装置。

【請求項 2】 誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこなって該情報を再生する記録媒体再生装置であって、

前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定手段と、

前記誤り訂正可否判定手段による判定の結果が誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対してチャネル信号特性およびチャネル雑音特性に基づくチャネル情報を用いたビタビ復号による最尤復号をおこなう復号手段と、を備えたことを特徴とする記録媒体再生装置。

【請求項 3】 前記誤り訂正可否判定手段は、前記誤り訂正符号の検査行列および前記信号系列に基づいてシンδροームを生成し、該生成したシンδροームを用いて前記判定をおこなうことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の記録媒体再生装置。

【請求項 4】 誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこない、該情報を再生する記録媒体再生方法であって、

前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定工程と、

前記誤り訂正可否判定工程による判定の結果が誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対して内符号復号と外符号復号を繰り返し用いて最大事後確率復号をおこなう復号工程と、

を含んだことを特徴とする記録媒体再生方法。

【請求項 5】 誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこなって該情報を再生する記録媒体再生装置で用いられるハードディスクコントローラであって、

前記信号系列に対して前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定回路と、

前記誤り訂正可否判定回路による判定の結果が誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対して内符号復号器と外符号復号器を繰り返し用いて最大事後確率復号をおこなう復号回路と、

前記信号系列に対して前記誤り訂正符号を用いて誤りを検出し、検出した誤りの訂正をおこなう誤り訂正回路と、

前記誤り訂正回路による誤りの訂正が正しいか否かを検査する誤り訂正検査回路と、

を備えたことを特徴とするハードディスクコントローラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこなって情報を再生する記録媒体再生装置、記録媒体再生方法およびハードディスクコントローラに関し、特に、消費電力およびデータ読み出し遅延を増加することなく復号の性能を向上することができる記録媒体再生装置、記録媒体再生方法およびハードディスクコントローラに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、磁気記録再生装置の復号方式として、これまでのビタビ復号方式と比較して復号性能が高い繰返し復号方式が注目されている（たとえば、非特許文献 1～3 参照。）。図 9 は、従来の繰返し復号方式磁気記録再生装置におけるデータの流れを示す図である。

【0003】

同図に示すように、ホストコンピュータ 10 から送られてくる [0、1] のバイナリパターンからなるユーザデータは、ハードディスクコントローラ 20 に入力され、誤訂正検出のための CRC (Cyclic Redundancy Check codes) 符号器 21 および誤り訂正のための ECC (Error Correcting Code) 符号器 22 で符号化される。

【0004】

そして、ECC 符号器 22 で符号化された符号系列はリードチャネル 30 に入力され、PLL (Phase Locked Loop) における再生時のタイミング補正を可能とするために RLL (Run Length Limited) 符号器 31 により符号化され、符号化によって得られた RLL 符号系列 u_i ($i = 1 \sim m$) が外符号器 32 に入力される。

【0005】

そして、外符号器 32 に入力された RLL 符号系列 u_i は記録系列 x_k ($k = 1 \sim n$) に符号化され、記録系列 x_k はヘッド／媒体 40 を介して磁気記録、再生され、等化器 33 により所望の波形に整形される。ここで、外符号器 32 は、信頼性情報（任意のビットが「0」であるか「1」であるかの確率情報）を用いた繰返し復号を可能とするターボ符号や LDPC (Low Density Parity Check) 符号などを用いて符号化をおこなう。

【0006】

また、ヘッド／媒体 40 および等化器 33 からなる磁気記録再生チャネルは、外符号器出力を磁気記録再生チャネルの出力に変換する符号器とみなすことが可能であり、内符号器と呼ばれる。

【0007】

そして、等化器 33 の出力する等化器出力系列 y_k ($k = 1 \sim n$) から、内符号器に対応する内符号復号器 34 によって記録系列 x_k に対する信頼性情報 $\Lambda(x_k)$ が計算され、この信頼性情報 $\Lambda(x_k)$ と復号に先立って得られている事前情報 $\Lambda_a(x_k)$ から外部情報 $\Lambda_e(x_k) = \Lambda(x_k) - \Lambda_a(x_k)$ が計算される。

【0008】

そして、計算された外部情報 $\Lambda_e(x_k)$ は、最大事後確率復号系列 u'_i に対する事前情報 $\Lambda_a(u'_i)$ として外符号復号器 35 に入力され、最大事後確率復号系列 u'_i に対する信頼性情報 $\Lambda(u'_i)$ が計算される。そして、外符号復号器 35 により計算された信頼性情報 $\Lambda(u'_i)$ が所定の反復終了条件を満たしているか否かが調べられる。

【0009】

その結果、所定の反復終了条件が満たされていない場合には、最大事後確率復号系列 u'_i に対する外部情報 $\Lambda_e(u'_i)$ が計算され、この外部情報 $\Lambda_e(u'_i)$ から記録系列 x_k に対する事前情報 $\Lambda_a(x_k)$ が計算されて内符号復号器 34 に戻される。

【0010】

そして、内符号復号器 34 による信頼性情報 $\Lambda(x_k)$ の計算および外符号復号器 35 による信頼性情報 $\Lambda(u'_i)$ の計算が繰り返され、所定の反復終了条件が満たされると、信頼性情報 $\Lambda(u'_i)$ に対して「0」か「1」かの 2 値判定がおこなわれ、最大事後確率復号系列 u'_i が外符号復号器 35 によって出力される。

【0011】

このように、繰り返し復号方式では、内符号復号器 34 および外符号復号器 35 を用いて信頼性情報 $\Lambda(x_k)$ および信頼性情報 $\Lambda(u'_i)$ を繰り返し計算することによって、高性能な復号がおこなわれる。

【0012】

そして、外符号復号器 35 が出力した最大事後確率復号系列 u'_i は、RLL 復号器 36 に送られて RLL 復号され、RLL 復号器 36 が出力する RLL 復号系列は、ECC 復号器 23 により誤り訂正がおこなわれ、さらに CRC 検出器 24 により誤訂正の検査がおこなわれてユーザデータとして再生される。

【 0 0 1 3 】

【非特許文献 1】

ティー・ソウビグニア、エム・オベルグ、ピー・シーゲル、アール・スワンソン、ジェー・ウルフ (T. Souvignier, M. Oberg, P. Siegel, R. Swanson, and J. Wolf) 著、「ターボ・デコーディング・フォー・パーシャル・レスポンス・チャネルズ (Turbo decoding for partial response channels) 」、アイトリプルイー・トランザクションズ・コミュニケーションズ (IEEE Trans. Com.) 、2 0 0 0 年 8 月、第 4 8 巻、第 8 号、p p . 1 2 9 7 - 1 3 0 8

【非特許文献 2】

ゼット・ウー (Z. Wu) 著、「コーディング・アンド・イタラティブ・ディテクション・フォー・マグネティック・レコーディング・チャネルズ (Coding and iterative detection for magnetic recording channels) 」、クルウェア・アカデミック・パブリッシャーズ (Kluwer Academic Publishers) 、2 0 0 0 年

【非特許文献 3】

市原、菅原、佐藤、森田著、「雑音予測を適用した繰り返し復号法に関する検討」、電子情報通信学会技術研究会報告、MR 2 0 0 1 - 8 5、2 0 0 1 年 1 2 月、p p . 9 - 1 4

【 0 0 1 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、繰り返し復号には、高性能な復号をおこなうために 1 セクタ (5 1 2 バイト) 分のデータを多数の内符号復号器 3 4 および外符号復号器 3 5 を用いて繰り返し計算する必要があることから、ハードウェア量が増大し、消費電力およびデータ読み出し遅延が増加するという問題があった。

【 0 0 1 5 】

一方、消費電力やデータ読み出し遅延を少なくするために繰り返し回数を減らすと、復号性能が低下し、性能低下を補うために ECC 符号の検査ビットの長さを長くすることが必要となる。その結果、データビットの記録領域が減り、デー

タ記録密度が低下するという問題があった。

【0016】

この発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、消費電力およびデータ読み出し遅延を増加することなく復号の性能を向上することができる記録媒体再生装置、記録媒体再生方法およびハードディスクコントローラを提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、本発明は、誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこなって該情報を再生する記録媒体再生装置であって、前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定手段と、前記誤り訂正可否判定手段による判定の結果が誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対して内符号復号器と外符号復号器を繰り返し用いて最大事後確率復号をおこなう復号手段と、を備えたことを特徴とする。

【0018】

また、本発明は、誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこない、該情報を再生する記録媒体再生方法であって、前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定工程と、前記誤り訂正可否判定工程による判定の結果が誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対して内符号復号と外符号復号を繰り返し用いて最大事後確率復号をおこなう復号工程と、を含んだことを特徴とする。

【0019】

また、本発明は、誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこなって該情報を再生する記録媒体再生装置で用いられるハードディスクコントローラであって、前記信号系列に対して前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定回路と、前記誤り訂正可否判定回路による判定の結果が

誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対して内符号復号器と外符号復号器を繰り返し用いて最大事後確率復号をおこなう復号回路と、前記信号系列に対して前記誤り訂正符号を用いて誤りを検出し、検出した誤りの訂正をおこなう誤り訂正回路と、前記誤り訂正回路による誤りの訂正が正しいか否かを検査する誤り訂正検査回路と、を備えたことを特徴とする。

【0020】

かかる発明によれば、誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこない、判定の結果が誤り訂正不可である場合に記録媒体から読み出した信号系列に対して内符号復号器と外符号復号器を繰り返し用いて最大事後確率復号をおこなうこととしたので、記録媒体から読み出した信号系列が誤り訂正不可の場合でも当該信号系列をホストコンピュータ等にそのまま転送せずにさらに最大事後確率復号をおこなった上で転送することができ、消費電力およびデータ読み出し遅延を増加することなく復号の性能を向上することができる。

【0021】

また、本発明は、誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこなって該情報を再生する記録媒体再生装置であって、前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定手段と、前記誤り訂正可否判定手段による判定の結果が誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対してチャネル信号特性およびチャネル雑音特性に基づくチャネル情報を用いたビタビ復号による最尤復号をおこなう復号手段と、を備えたことを特徴とする。

【0022】

この発明によれば、誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこない、判定の結果が誤り訂正不可である場合に記録媒体から読み出した信号系列に対してチャネル信号特性およびチャネル雑音特性に基づくチャネル情報を用いたビタビ復号による最尤復号をおこなうこととしたので、記録媒体から読み出した信号系列が誤り訂正不可の場合でも当該信号系列をホストコンピュータ等にそのまま転送せずにさらに最尤復号をおこなった上で転送することができ、消費電力およびデータ読み出し遅延を増加することなく復号の性能を向上す

ることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明に係る記録媒体再生装置、記録媒体再生方法およびハードディスクコントローラの好適な実施の形態を詳細に説明する。なお、実施の形態1では、外符号器32の符号化にLDPC符号を用いた場合について説明し、実施の形態2では、外符号器32を必要としないビタビ復号を用いた場合について説明する。

【0024】

(実施の形態1)

まず、本実施の形態1に係る磁気ディスク再生装置の構成について説明する。図1は、本実施の形態1に係る磁気ディスク再生装置の構成を示す機能ブロック図である。同図に示すように、この磁気ディスク再生装置100は、ヘッド/媒体40と、リードチャンネル110と、ハードディスクコントローラ120とを有する。

【0025】

ヘッド/媒体40は、記録系列 x_k を記憶する媒体および媒体に記憶された記録系列 x_k を媒体読み出し信号として取り出すヘッドである。このヘッド/媒体40が出力する媒体読み出し信号は、リードチャンネル110の入力信号となる。

【0026】

リードチャンネル110は、媒体から読み出された信号を復号するチャンネルであり、等化器33と、BCJR (Bahl, Cocke, Jelinek, Raviv) 復号器111と、LDPC復号器112と、RLC復号器36と、等化器出力系列記憶部113と、等化器出力系列転送部114とを有する。

【0027】

等化器33は、ヘッド/媒体40が出力する媒体読み出し信号を整形して等化器出力系列 y_k を出力する処理部であり、周波数制限によって雑音を抑圧するCTF (Continuous Time Filter) と、CTF出力を有限の遅延線とタップによって最終的に波形整形するFIR (Finite Impulse Response) フィルタを有する。

【0028】

BCJR復号器111は、BCJR復号手順に基づいて最大事後確率復号をおこなう内符号復号器であり、具体的には、等化器出力系列 y_k および事前情報 $\Lambda_a(x_k)$ を用いて信頼性情報 $\Lambda(x_k)$ および外部情報 $\Lambda_e(x_k)$ を計算する。

【0029】

LDPC復号器112は、BCJR復号器111の出力する外部情報 $\Lambda_e(x_k)$ を用いて最大事後確率復号系列 u'_i に対する信頼性情報 $\Lambda(u'_i)$ を計算する外符号復号器であり、計算した信頼性情報 $\Lambda(u'_i)$ から最大事後確率復号系列 u'_i を出力する。

【0030】

このように、BCJR復号器111およびLDPC復号器112をそれぞれ1台だけ用いて最大事後確率復号することにより、リードチャネル110のハードウェア量を減らし、リードチャネル110の消費電力およびデータ読み出し遅延を減らすことができる。

【0031】

RLL復号器36は、LDPC復号器112が出力する最大事後確率復号系列 u'_i をRLL復号し、復号したRLL復号系列をハードディスクコントローラ120に出力する復号器である。

【0032】

等化器出力系列記憶部113は、等化器33が出力する等化器出力系列 y_k を記憶する記憶部であり、この等化器出力系列記憶部113に記憶された等化器出力系列 y_k は、ハードディスクコントローラ120によって使用される。

【0033】

等化器出力系列転送部114は、ハードディスクコントローラ120の指示にしたがって、等化器出力系列記憶部113に記憶された1セクタ（512バイト）分の等化器出力系列 y_k をハードディスクコントローラ120に転送する処理部である。この等化器出力系列転送部114は、NRZバスを介して、1セクタ分の等化器出力系列 y_k を高速に転送する。

【0034】

ハードディスクコントローラ 120 は、リードチャネル 110 から RLL 復号系列を受け取り、受け取った RLL 復号系列の誤り訂正をおこなってホストコンピュータに出力するコントローラであり、ECC 訂正部 121 と、ECC 判定部 122 と、CRC 検査器 24 と、転送データ記憶部 123 と、高性能復号部 124 とを有する。ここで、ECC 判定部 122 は、本発明における誤り訂正可否判定手段を構成し、高性能復号部 124 は本発明における復号手段を構成する。

【0035】

ECC 訂正部 121 は、リードチャネル 110 から RLL 復号系列を受け取り、受け取った RLL 復号系列の ECC 誤りを検出して訂正する処理部である。また、この ECC 訂正部 121 は、高性能復号部 124 から RLL 復号系列を受け取り、ECC 誤りを検出して訂正する。

【0036】

ECC 判定部 122 は、ECC 誤りが検出されたか否か、および ECC 誤りが検出された場合に検出された ECC 誤りが訂正されたか否かを判定する処理部である。すなわち、この ECC 判定部 122 は、ECC 誤りが検出さない場合および検出された ECC 誤りが訂正された場合には、リードチャネル 110 による最大事後確率復号で十分な復号性能が得られているため、ECC 復号結果を CRC 検査器 24 に送る。

【0037】

一方、ECC 誤りが検出されかつ検出された ECC 誤りが訂正されていない場合には、リードチャネル 110 による最大事後確率復号の性能が不十分であり、高性能な最大事後確率復号が必要であるため、リードチャネル 110 の等化器出力系列転送部 114 に等化器出力系列 y_k の転送要求をおこなうとともに、高性能復号部 124 に対して等化器出力系列 y_k の高性能な最大事後確率復号を指示する。

【0038】

このように、この ECC 判定部 122 が、検出された ECC 誤りが訂正されたか否かを判定し、検出された ECC 誤りが訂正されていない場合には、高性能復号部 124 がより高性能な最大事後確率復号をおこなうことによって、リードチ

チャネル 110 による最大事後確率復号を簡易なものとすることができる。

【0039】

CRC 検査器 24 は、ECC 訂正部 121 により生成された ECC 復号系列を入力し、ECC 訂正部 121 の誤訂正を検出して CRC 復号をおこなう処理部であり、復号した結果を読み出しデータとしてホストコンピュータに送る。

【0040】

転送データ記憶部 123 は、等化器出力系列転送部 114 によって転送された等化器出力系列 y_k を記憶する記憶部であり、この転送データ記憶部 123 に記憶された等化器出力系列 y_k は、高性能復号部 124 によって使用される。

【0041】

高性能復号部 124 は、ECC 判定部 122 の指示に基づいて等化器出力系列 y_k の高性能な復号をおこなう処理部である。具体的には、この高性能復号部 124 は、繰り返し復号を用いて高性能な最大事後確率復号をおこない、復号結果を ECC 訂正部 121 に送る。

【0042】

この高性能復号部 124 は、リードチャネル 110 の BCJR 復号器 111 および LDPC 復号器 112 と比較して格段に高い復号性能を有する。このため、ECC 訂正部 121 は、リードチャネル 110 が復号した復号系列の誤りを訂正できない場合にも、高性能復号部 124 が復号した復号系列の誤りは訂正することができる。さらに、この高性能復号部 124 は、ECC 誤り訂正自体を不要とし、誤り訂正に必要な冗長ビットをなくすこともできる。

【0043】

このように、この高性能復号部 124 が高性能な繰り返し復号をおこなうことによって、リードチャネル 110 による等化器出力系列 y_k の最大事後確率復号処理を簡易なものとすることができ、リードチャネル 110 のハードウェア量を減らすことができる。

【0044】

次に、本実施の形態 1 に係る磁気ディスク再生装置 100 の処理手順について説明する。図 2 は、本実施の形態 1 に係る磁気ディスク再生装置 100 の処理手

順を示すフローチャートである。

【0045】

同図に示すように、この磁気ディスク再生装置100では、まず等化器33が媒体から読み出した信号の雑音を抑制して波形整形をおこなう（ステップS201）。そして、BCJR復号器111が等化器33の出力する等化器出力系列 y_k を入力してBCJR復号をおこなう。

【0046】

すなわち、BCJR復号器111は、記録系列 x_k に対する信頼性情報 $\Lambda(x_k)$ および外部情報 $\Lambda_e(x_k)$ を計算する。なお、これと同時に、等化器33の出力する等化器出力系列 y_k は、等化器出力系列記憶部113に記憶される（ステップS202）。

【0047】

そして、LDPC復号器112がBCJR復号器111の出力する外部情報 $\Lambda_e(x_k)$ を入力してLDPC復号をおこなう（ステップS203）。すなわち、LDPC復号器112は、最大事後確率復号系列 u'_i に対する信頼性情報 $\Lambda(u'_i)$ を計算し、最大事後確率復号系列 u'_i を出力する。

【0048】

そして、RLL復号器36が最大事後確率復号系列 u'_i をRLL復号し（ステップS204）、ECC訂正部121がRLL復号結果を入力してECCに基づく誤り検出および訂正をおこなう（ステップS205）。

【0049】

そして、検出した誤りを訂正可能であるか否か、すなわち高性能復号が不要であるか必要であるかをECC判定部122が判定する（ステップS206）。この結果、高性能復号が必要である場合には、等化器出力系列転送部114が等化器出力系列記憶部113に記憶された等化器出力系列 y_k を転送データ記憶部123に転送する（ステップS207）。

【0050】

そして、高性能復号部124が転送データ記憶部123に記憶された等化器出力系列 y_k を用いて高性能な最大事後確率復号をおこない（ステップS208）

、この復号結果に対してECC訂正部121が再度ECC誤り検出および訂正をおこなう(ステップS209)。最後に、CRC検査器24が誤訂正の検査をおこない、ホストコンピュータ10に読み出しデータを送る(ステップS210)。

【0051】

一方、高性能復号が不要な場合には、CRC検査器24が誤訂正の検査をおこない(ステップS209)、ホストコンピュータ10に読み出しデータを送る(ステップS210)。

【0052】

次に、図1に示したECC判定部122の処理手順について説明する。なお、このECC判定部の処理は、図2に示した高性能復号が必要であるか否かの判定処理(ステップS206)に対応する。

【0053】

図3は、図1に示したECC判定部122の処理手順を示すフローチャートである。同図に示すように、このECC判定部122は、まずシンドロームsを計算する(ステップS301)。

【0054】

ここで、シンドローム $s = (s_1, s_2, \dots, s_j)$ とは、ECC復号される系列 $w = (w_1, w_2, \dots, w_l)$ の情報ビットに対応する部分を w_m 、検査ビットに対応する部分を w_p 、ECC検査行列を H 、ECC検査記号生成行列を P とすると、

$$s = wH^T = (w_m, w_p) \begin{bmatrix} -P^T & I \end{bmatrix} = w_p - w_m P$$

で計算される j 次元のベクトルである。ただし、 I は j 次の単位行列である。

【0055】

また、ECC復号される系列 w は、ECC符号系列を $v = (v_1, v_2, \dots, v_l)$ 、誤り系列を $e = (e_1, e_2, \dots, e_l)$ とすると

$$w = v + e$$

であり、

$$s = wH^T = vH^T + eH^T = eH^T$$

となる。

【0056】

したがって、このシンドロームsは、ECC符号系列vとは関係なく誤り系列eのみによって決まる量であり、シンドロームsと誤り系列eを対応させた対応表を用いて、シンドロームsから誤り系列eを求めることができる。また、シンドロームsの全ての要素が「0」である場合には、誤りなしと判定することができる。

【0057】

そこで、ECC判定部122は、計算したシンドロームsの全ての要素が「0」であるか否か、すなわち誤りがあるか否かを調べる（ステップS302）。そして、誤りがある場合には、シンドロームsと誤り系列eをあらかじめ対応させて記憶した対応表を検索し（ステップS303）、誤り系列eがあるか否か、すなわち誤り訂正が可能であるか否かを調べる（ステップS304）。

【0058】

その結果、対応表に誤り系列eがなく、誤り訂正が可能でない場合には、高性能復号必要と判定し（ステップS305）、対応表に誤り系列eがあり、誤り訂正が可能である場合には、高性能復号不要と判定する（ステップS306）。一方、誤りがない場合には、高性能復号不要と判定する。

【0059】

このように、このECC判定部122がシンドロームsを計算し、シンドロームsと誤り系列eを対応させて記憶した対応表を検索してECC誤りを訂正できるか否かを判定することによって、高性能な最大事後確率復号が必要であるか否かを判定することができる。

【0060】

次に、図1に示した高性能復号部124の構成について説明する。なお、この高性能復号部124は、MPU（Micro Processing Unit）で実行されるソフトウェアによって実現される。このように、高性能復号部124をソフトウェアで実現することにより、ハードディスクコントローラ120のハードウェア増大を防ぐことができる。

【0061】

図4は、図1に示した高性能復号部124のソフトウェア構成を示す図である

。同図に示すように、この高性能復号部124は、BCJR復号部401と、LDPC復号部402と、RLL復号部403とを有する。

【0062】

BCJR復号部401は、BCJR復号手順に基づいて最大事後確率復号をおこなう内符号復号部であり、具体的には、転送データ記憶部123に記憶された等化器出力系列 y_k および事前情報 $\Lambda_a(x_k)$ を用いて信頼性情報 $\Lambda(x_k)$ および外部情報 $\Lambda_e(x_k)$ を計算する。

【0063】

LDPC復号部402は、BCJR復号部401の出力する外部情報 $\Lambda_e(x_k)$ を用いて最大事後確率復号系列 u'_i に対する信頼性情報 $\Lambda(u'_i)$ を計算する外符号復号部である。また、このLDPC復号部402は、反復終了条件を調べ、反復終了条件が満たされていない場合には、最大事後確率復号系列 u'_i に対する外部情報 $\Lambda_e(u'_i)$ を計算し、BCJR復号部401に戻す。

【0064】

そして、外部情報 $\Lambda_e(u'_i)$ を戻されたBCJR復号部401は、外部情報 $\Lambda_e(u'_i)$ を記録系列 x_k に対する事前情報 $\Lambda_a(x_k)$ として、再度、記録系列 x_k に対する信頼性情報 $\Lambda(x_k)$ および外部情報 $\Lambda_e(x_k)$ を計算する。

【0065】

このようにして、BCJR復号部401およびLDPC復号部402は、反復終了条件が満たされるまで復号計算を繰り返す。一方、反復終了条件が満たされた場合には、LDPC復号部402が最大事後確率復号系列 u'_i に対する信頼性情報 $\Lambda(u'_i)$ を2値化して最大事後確率復号系列 u'_i を出力する。

【0066】

このように、高性能復号部124は、BCJR復号部401を内符号復号部とし、LDPC復号部402を外符号復号部として繰り返し復号をおこなうことによって、高性能な最大事後確率復号をおこなうことができる。

【0067】

RLL復号部403は、LDPC復号部402が繰り返し復号をおこなって出力する最大事後確率復号系列 u'_i をRLL復号する処理部であり、RLL復号し

た R L L 復号系列を E C C 訂正部 1 2 1 に出力する。

【0068】

上述してきたように、本実施の形態 1 では、E C C 符号を用いて検出した誤りを訂正できたか否かを E C C 判定部 1 2 2 が判定し、検出した誤りを訂正できなかった場合には、等化器出力系列記憶部 1 1 3 に記憶された等化器出力系列 y_k を用いて高性能復号部 1 1 4 が繰り返し復号による高性能な最大事後確率復号をおこなうこととしたので、リードチャネル 1 1 0 内の B C J R 復号器および L D P C 復号器の数を 1 台だけとすることができ、リードチャネル 1 1 0 のハードウェア量を減らし、消費電力およびデータ読み出し遅延を減らすことができる。

【0069】

また、本実施の形態 1 では、高性能復号部 1 1 4 が繰り返し復号を用いて高性能な最大事後確率復号をおこなうこととしたので、E C C 誤り訂正に用いる検査ビットを短くする、あるいはなくすることができ、磁気ディスクのデータ記録密度を向上することができる。

【0070】

なお、本実施の形態 1 では、高性能復号部 1 2 4 をハードディスクコントローラ 1 2 0 内の M P U で実行されるソフトウェアとして実現する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、高性能復号部 1 2 4 を構成するソフトウェアを他の M P U で実行する場合にも同様に適用することができる。

【0071】

たとえば、繰り返し復号をおこなうソフトウェアを実行する M P U をリードチャネル 5 1 0 内に設けることもできる。図 5 は、繰り返し復号をおこなうソフトウェアをリードチャネル 5 1 0 内に設けた M P U で実行する磁気ディスク再生装置 5 0 0 の構成を示す機能ブロック図である。なお、ここでは説明の便宜上、図 1 に示した各部と同様の役割を果たす機能部については同一符号を付すこととしてその詳細な説明を省略する。

【0072】

同図に示すように、この磁気ディスク再生装置 5 0 0 は、ヘッド／媒体 4 0 と、リードチャネル 5 1 0 と、ハードディスクコントローラ 5 2 0 とを有する。リ

ードチャンネル 510 は、等化器 33 と、BCJR 復号器 111 と、LDPC 復号器 112 と、RL 復号器 36 と、等化器出力系列記憶部 113 に加えて、繰り返し復号部 511 を有する。

【0073】

繰り返し復号部 511 は、ハードディスクコントローラ 520 の指示を受け、等化器出力系列記憶部 113 に記憶された等化器出力系列 y_k を用いて高性能な最大事後確率復号をおこなう処理部である。この繰り返し復号部 511 は、リードチャンネル 510 内の MPU で実行されるソフトウェアで実現され、所定の終了条件がみたされるまで繰り返し復号をおこなう。

【0074】

また、磁気ディスク再生装置 500 は、リードチャンネル 510 内の RL 復号器 36 を用いて RL 復号をおこなうことができ、繰り返し復号部 511 は、高性能復号部 124 と異なり RL 復号をおこなう必要はない。

【0075】

ハードディスクコントローラ 520 は、ECC 訂正部 121 と、ECC 判定部 521 と、CRC 検査器 24 とを有し、ECC 判定部 521 は、ECC 誤りが検出されたか否か、および ECC 誤りが検出された場合に検出された ECC 誤りが訂正されたか否かを判定し、ECC 誤りが検出されかつ検出された ECC 誤りが訂正されていない場合には、リードチャンネル 510 内の繰り返し復号部 511 に等化器出力系列 y_k の再復号を指示する。

【0076】

このように、磁気ディスク再生装置 500 では、リードチャンネル 510 内に繰り返し復号部 511 を設け、等化器出力系列記憶部 113 に記憶した等化器出力系列 y_k を直接用いて高性能な繰り返し復号をおこなうこととしたので、リードチャンネル 510 からハードディスクコントローラ 520 への等化器出力系列 y_k の転送が不要となり、より高速に高性能な最大事後確率復号をおこなうことができる。

【0077】

なお、本実施の形態 1 では、高性能復号部 124 および繰り返し復号部 511

をソフトウェアで実現する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、高性能復号部 124 および繰り返し復号部 511 をハードウェアで実現する場合にも同様に適用することができる。

【0078】

ここで、高性能復号部 124 および繰り返し復号部 511 をハードウェアで実現する場合には、ECC 判定部 122 および 521 が、高性能な最大事後確率復号が必要であると判断した場合にのみ高性能復号部 124 および繰り返し復号部 511 を起動することにより、消費電力を低く抑えることができる。

【0079】

また、本実施の形態 1 では、繰り返し復号に用いる内符号復号に BCJR 復号を用い、外符号復号に LDPC 復号を用いる場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、内符号復号には DAE (Decision Aided Equalizer) 復号などの他の復号方式を用い、外符号復号にはターボ復号などの他の復号方式を用いる場合にも同様に適用することができる。

【0080】

(実施の形態 2)

ところで、上記実施の形態 1 では、リードチャネル 110 および 510 で等化器出力系列 y_k の最大事後確率復号を BCJR 復号器 111 および LDPC 復号器 112 を組み合わせておこなう場合について説明したが、等化器出力系列 y_k の復号には従来のようにビタビ復号器を用いることもできる。そこで、本実施の形態 2 では、等化器出力系列 y_k の復号にビタビ復号器を用いる場合について説明する。

【0081】

まず、本実施の形態 2 に係る磁気ディスク再生装置の構成について説明する。図 6 は、本実施の形態 2 に係る磁気ディスク再生装置の構成を示す機能ブロック図である。なお、ここでは説明の便宜上、図 1 に示した各部と同様の役割を果たす機能部については同一符号を付すこととしてその詳細な説明を省略する。

【0082】

同図に示すように、この磁気ディスク再生装置 600 は、ヘッド／媒体 40 と

、リードチャネル 610 と、ハードディスクコントローラ 620 とを有する。リードチャネル 610 は、リードチャネル 110 が有する BCJR 復号器 111 および LDPC 復号器 112 に代えて、ビタビ復号器 611 と、ポストプロセッサ 612 とを有する。

【0083】

ビタビ復号器 611 は、等化器出力系列 y_k を最尤復号する復号器である。ただし、このビタビ復号器 611 は、繰り返し復号における外符号復号はおこなわず、ヘッド／媒体 40 および等化器 33 からなる磁気記録再生チャネルによる畳み込み符号の復号のみをおこなう。

【0084】

したがって、磁気ディスク再生装置 600 によって再生される媒体へ情報を記録する記録装置は、外符号器による符号化はおこなわず、かわりに RLL 符号器が偶奇パリティビットを RLL 符号に付加した符号系列を媒体に記録する。

【0085】

なお、このビタビ復号器 611 は、等化器出力系列 y_k を理想的な整数値（ $\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$ ）の系列、チャネル雑音を相関の無い白色雑音と仮定し、等化器出力系列 y_k から式（1）に示すチャネル情報 Λ_c を計算して復号をおこなう。

【数 1】

$$\Lambda_c(y_k) = -\ln \sigma - \frac{(y_k - d)^2}{2\sigma^2} \quad \dots (1)$$

y_k : 等化器出力系列

d : 理想等化値

σ^2 : 等化後雑音電力値

【0086】

ポストプロセッサ 612 は、ビタビ復号器 611 が出力するビタビ復号系列の偶奇パリティビットに基づいて誤り検出をおこない、誤りを検出した場合にその訂正をおこなう処理部である。

【0087】

具体的には、このポストプロセッサ 612 は、ビタビ復号器 611 の出力するビタビ復号系列をチャネル信号特性フィルタに通して得られる系列と等化器出力系列 y_k との差の二乗誤差を計算し、最も確からしい誤り位置と誤りパターンを判定して誤り訂正をおこなう。

【0088】

ハードディスクコントローラ 620 は、ハードディスクコントローラ 120 が有する高性能復号部 124 の代わりに、高性能復号部 621 を有する。この高性能復号部 621 は、等化器出力系列記憶部 113 に記憶された等化器出力系列 y_k を用いてビタビ復号をおこなうとともに、より高性能なポストプロセッシング処理をおこなう処理部である。なお、この高性能復号部 621 は、MPU で実行されるソフトウェアとして実現される。

【0089】

図 7 は、この高性能復号部 621 のソフトウェア構成を示す図である。同図に示すように、この高性能復号部 621 は、ビタビ復号部 701 と、雑音予測ポストプロセッシング部 702 と、RL 復号部 403 とを有する。ここで、雑音予測ポストプロセッシング部 702 は、本発明における雑音予測ポスト処理手段を構成する。

【0090】

ビタビ復号部 701 は、等化器出力系列記憶部 113 から転送データ記憶部 123 に転送された等化器出力系列 y_k を用いてビタビ復号をおこなう処理部である。

【0091】

雑音予測ポストプロセッシング部 702 は、ポストプロセッサ 612 と比較して高性能なポストプロセッシング処理をおこなう処理部である。具体的には、この雑音予測ポストプロセッシング部 702 は、ビタビ復号部 701 の出力するビタビ復号系列をチャネル信号特性だけでなくチャネル雑音特性も考慮したフィルタに通して得られる系列と等化器出力系列 y_k との差の二乗誤差を計算し、最も確からしい誤り位置と誤りパターンを判定して誤り訂正をおこなう。

【0092】

このように、この雑音予測ポストプロセッシング部 702 がチャネル信号特性だけでなくチャネル雑音特性も考慮してビタビ復号系列をフィルタリングすることによって、高性能なビタビ復号をおこなうことができる。

【0093】

上述してきたように、本実施の形態 2 では、検出した誤りを ECC 訂正部 121 が訂正できない場合に、雑音予測ポストプロセッシング部 702 がチャネル信号特性だけでなくチャネル雑音特性も考慮したフィルタを用いてビタビ復号系列の誤り訂正をおこなうこととしたので、リードチャネル 610 のハードウェア量を増やすことなく、高性能な最尤復号をおこなうことができる。

【0094】

また、図 8 は、高性能復号部 621 の他のソフトウェア構成を示す図である。同図に示すように、この高性能復号部 621 は、雑音予測ビタビ復号部 801 と RLL 復号部 403 とを有する。

【0095】

雑音予測ビタビ復号部 801 は、等化器出力系列 y_k をビタビ復号する処理部である。ただし、この雑音予測ビタビ復号部 801 は、実際の等化器出力系列 y_k が等化誤差等により理想的な整数値をとらず、またチャネル雑音も相関のある有色雑音となることを考慮してチャネル情報 Λ_{nc} を、式 (2) を用いて計算する。

【数 2】

$$\Lambda_{nc}(y_k | S_k) = -\ln \sigma(S_k) - \frac{\left[y_k - d(S_k) - \sum_{i=1}^M e_i(S_k)(y_{k+i} - d(S_{k+i})) \right]^2}{2\sigma^2(S_k)} \quad \dots (2)$$

y_k : 等化器出力系列

$d(S_k)$: 状態 S_k に対応する等化器出力値

$\sigma^2(S_k)$: 状態 S_k に対応する等化後雑音電力値

$e_i(S_k)$: 状態 S_k に対応する等化後雑音間の相関値

S_k : 信号パターンに割り当てた状態

【0096】

このように、高性能復号部621に、チャネル信号特性およびチャネル雑音特性を考慮したビタビ復号をおこなう雑音予測ビタビ復号部801を用いることによっても、高性能な最尤復号をおこなうことができる。

【0097】

なお、本実施の形態1および2では、リードチャネル内で最大事後確率復号および最尤復号をおこなう場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、リードチャネル内では最大事後確率復号も最尤復号もおこなわない場合にも同様に適用することができる。

【0098】

(付記1) 誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこなって該情報を再生する記録媒体再生装置であって、

前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定手段と、

前記誤り訂正可否判定手段による判定の結果が誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対して最大事後確率復号をおこなう復号手段と、

を備えたことを特徴とする記録媒体再生装置。

【0099】

(付記2) 前記復号手段は、内符号復号器と外符号復号器を繰り返し用いて前記信号系列に対して最大事後確率復号をおこなうことを特徴とする付記1に記載の記録媒体再生装置。

【0100】

(付記3) 前記復号手段は、内符号復号器としてBCJR復号器を用い、外符号復号器としてLDPC復号器を用いて前記信号系列に対して最大事後確率復号をおこなうことを特徴とする付記2に記載の記録媒体再生装置。

【0101】

(付記4) 前記復号手段は、前記信号系列に対してビタビ復号による最尤復号をおこなってビタビ復号系列を出力するビタビ復号手段と、前記ビタビ復号手段に

より出力されたビタビ復号系列に対してチャネル信号特性とともにチャネル雑音特性に基づくフィルタリングをおこなってフィルタ通過系列を作成し、該作成したフィルタ通過系列と前記信号系列を用いてビタビ復号系列の誤り訂正をおこなう雑音予測ポスト処理手段と、を備えたことを特徴とする付記 1 に記載の記録媒体再生装置。

【0102】

(付記 5) 前記復号手段は、前記信号系列に対してチャネル信号特性およびチャネル雑音特性に基づくチャネル情報を用いたビタビ復号による最尤復号をおこなうことを特徴とする付記 1 に記載の記録媒体再生装置。

【0103】

(付記 6) 前記誤り訂正可否判定手段は、前記誤り訂正符号の検査行列および前記信号系列に基づいてシンδροームを生成し、該生成したシンδροームを用いて前記判定をおこなうことを特徴とする付記 1～5 のいずれか一つに記載の記録媒体再生装置。

【0104】

(付記 7) 前記誤り訂正符号はリードソロモン符号であり、前記誤り訂正可否判定手段は、リードソロモン符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなうことを特徴とする付記 6 に記載の記録媒体再生装置。

【0105】

(付記 8) 誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこない、該情報を再生する記録媒体再生方法であって、

前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定工程と、

前記誤り訂正可否判定工程による判定の結果が誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対して最大事後確率復号をおこなう復号工程と、

を含んだことを特徴とする記録媒体再生方法。

【0106】

(付記 9) 前記復号工程は、内符号復号と外符号復号を繰り返し用いて前記信号

系列に対して最大事後確率復号をおこなうことを特徴とする付記 8 に記載の記録媒体再生方法。

【0107】

(付記 10) 前記復号工程は、前記信号系列に対してビタビ復号による最尤復号をおこなってビタビ復号系列を出力するビタビ復号工程と、前記ビタビ復号工程により出力されたビタビ復号系列に対してチャネル信号特性とともにチャネル雑音特性に基づくフィルタリングをおこなってフィルタ通過系列を作成し、該作成したフィルタ通過系列と前記信号系列を用いてビタビ復号系列の誤り訂正をおこなう雑音予測ポスト処理工程と、を含んだことを特徴とする付記 8 に記載の記録媒体再生方法。

【0108】

(付記 11) 前記復号工程は、前記信号系列に対してチャネル信号特性およびチャネル雑音特性に基づくチャネル情報を用いたビタビ復号による最尤復号をおこなうことを特徴とする付記 8 に記載の記録媒体再生方法。

【0109】

(付記 12) 前記誤り訂正可否判定工程は、前記誤り訂正符号の検査行列および前記信号系列に基づいてシンδροームを生成し、該生成したシンδροームを用いて前記判定をおこなうことを特徴とする付記 8 ～ 11 のいずれか一つに記載の記録媒体再生方法。

【0110】

(付記 13) 誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこなって該情報を再生する記録媒体再生装置で用いられるハードディスクコントローラであって、

前記信号系列に対して前記誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこなう誤り訂正可否判定回路と、

前記誤り訂正可否判定回路による判定の結果が誤り訂正不可である場合に前記信号系列に対して最大事後確率復号をおこなう復号回路と、

前記信号系列に対して前記誤り訂正符号を用いて誤りを検出し、検出した誤りの訂正をおこなう誤り訂正回路と、

前記誤り訂正回路による誤りの訂正が正しいか否かを検査する誤り訂正検査回路と、

を備えたことを特徴とするハードディスクコントローラ。

【0111】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこない、判定の結果が誤り訂正不可である場合に記録媒体から読み出した信号系列に対して内符号復号器と外符号復号器を繰り返し用いて最大事後確率復号をおこなうよう構成したので、消費電力およびデータ読み出し遅延を増加することなく復号の性能を向上することができるという効果を奏する。

【0112】

また、本発明によれば、誤り訂正符号を用いて検出した誤りを訂正できるか否かの判定をおこない、判定の結果が誤り訂正不可である場合に記録媒体から読み出した信号系列に対してチャネル信号特性およびチャネル雑音特性に基づくチャネル情報を用いたビタビ復号による最尤復号をおこなうよう構成したので、消費電力およびデータ読み出し遅延を増加することなく復号の性能を向上することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態1に係る磁気ディスク再生装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図2】

本実施の形態1に係る磁気ディスク再生装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図3】

図1に示したECC判定部の処理手順を示すフローチャートである。

【図4】

図1に示した高性能復号部のソフトウェア構成を示す図である。

【図 5】

繰り返し復号をおこなうソフトウェアをリードチャネル内に設けたMPUで実行する磁気ディスク再生装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図 6】

本実施の形態 2 に係る磁気ディスク再生装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図 7】

高性能復号部のソフトウェア構成を示す図である。

【図 8】

高性能復号部の他のソフトウェア構成を示す図である。

【図 9】

従来の繰り返し復号方式磁気記録再生装置におけるデータの流れを示す図である。

【符号の説明】

- 10 ホストコンピュータ
- 20, 120, 520, 620 ハードディスクコントローラ
- 21 CRC符号器
- 22 ECC符号器
- 23 ECC復号器
- 24 CRC検査器
- 30, 110, 510, 610 リードチャネル
- 31 RLL符号器
- 32 外符号器
- 33 等化器
- 34 内符号復号器
- 35 外符号復号器
- 36 RLL復号器
- 40 ヘッド／媒体
- 100, 500, 600 磁気ディスク再生装置

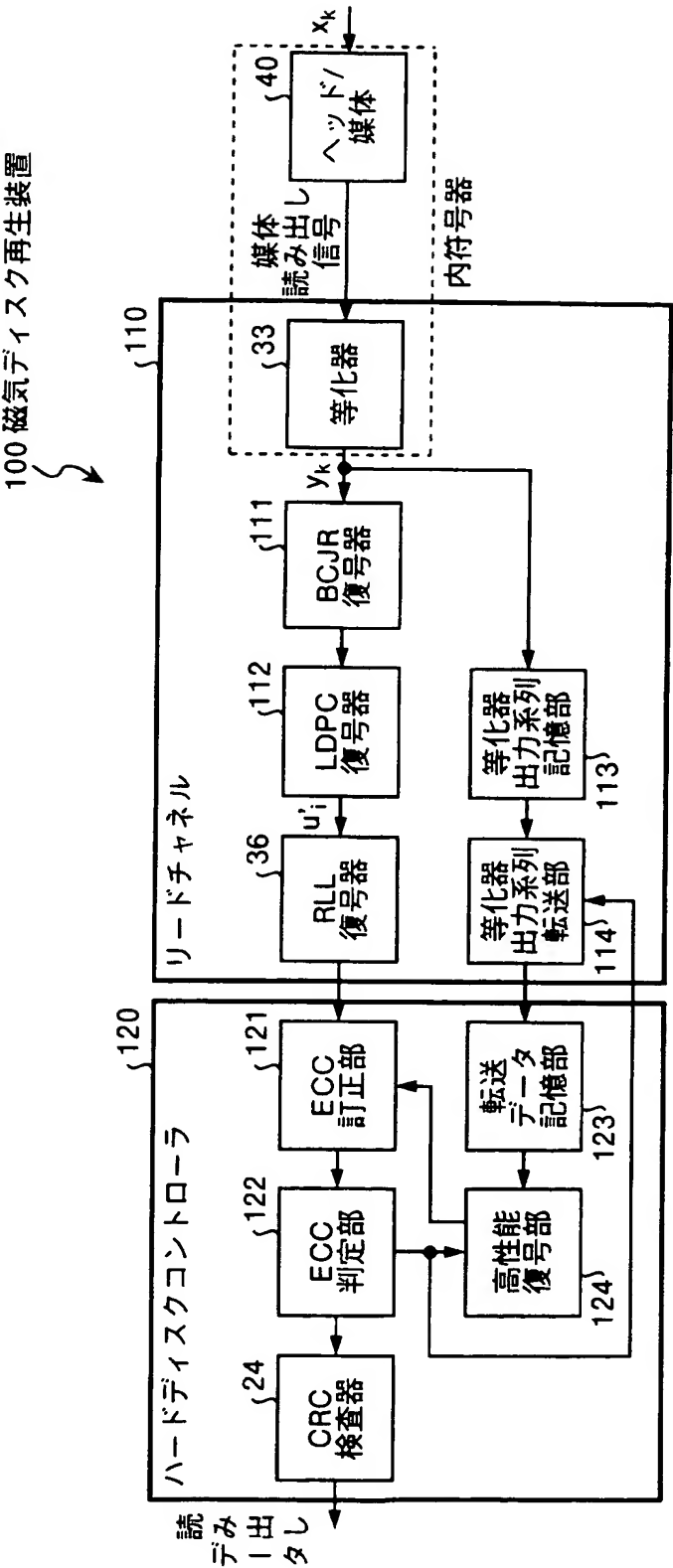
- 1 1 1 B C J R 復号器
- 1 1 2 L D P C 復号器
- 1 1 3 等化器出力系列記憶部
- 1 1 4 等化器出力系列転送部
- 1 2 1 E C C 訂正部
- 1 2 2, 5 2 1 E C C 判定部
- 1 2 3 転送データ記憶部
- 1 2 4, 6 2 1 高性能復号部
- 4 0 1 B C J R 復号部
- 4 0 2 L D P C 復号部
- 4 0 3 R L L 復号部
- 5 1 1 繰り返し復号部
- 6 1 1 ビタビ復号器
- 6 1 2 ポストプロセッサ
- 7 0 1 ビタビ復号部
- 7 0 2 雑音予測ポストプロセッシング部
- 8 0 1 雑音予測ビタビ復号部

【書類名】

図面

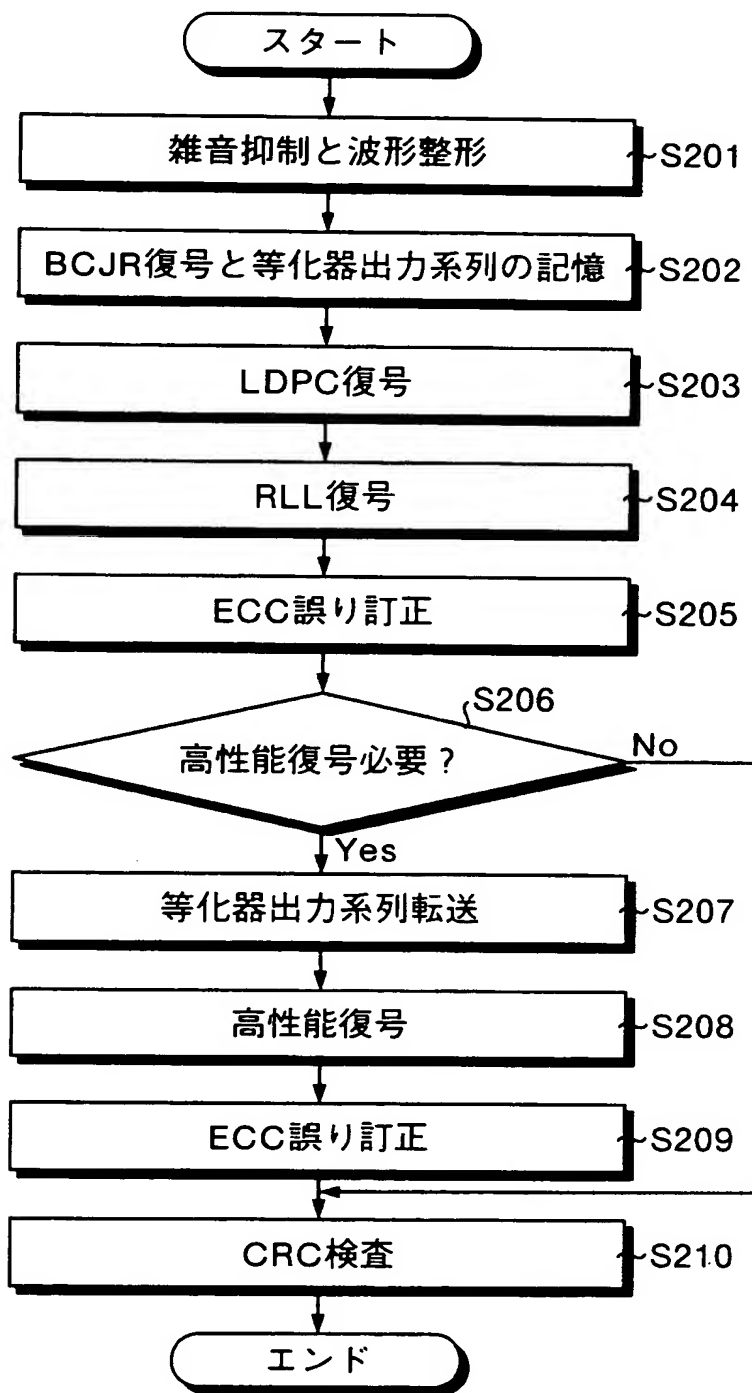
【図 1】

本実施の形態1に係る磁気ディスク再生装置の構成を示す機能ブロック図



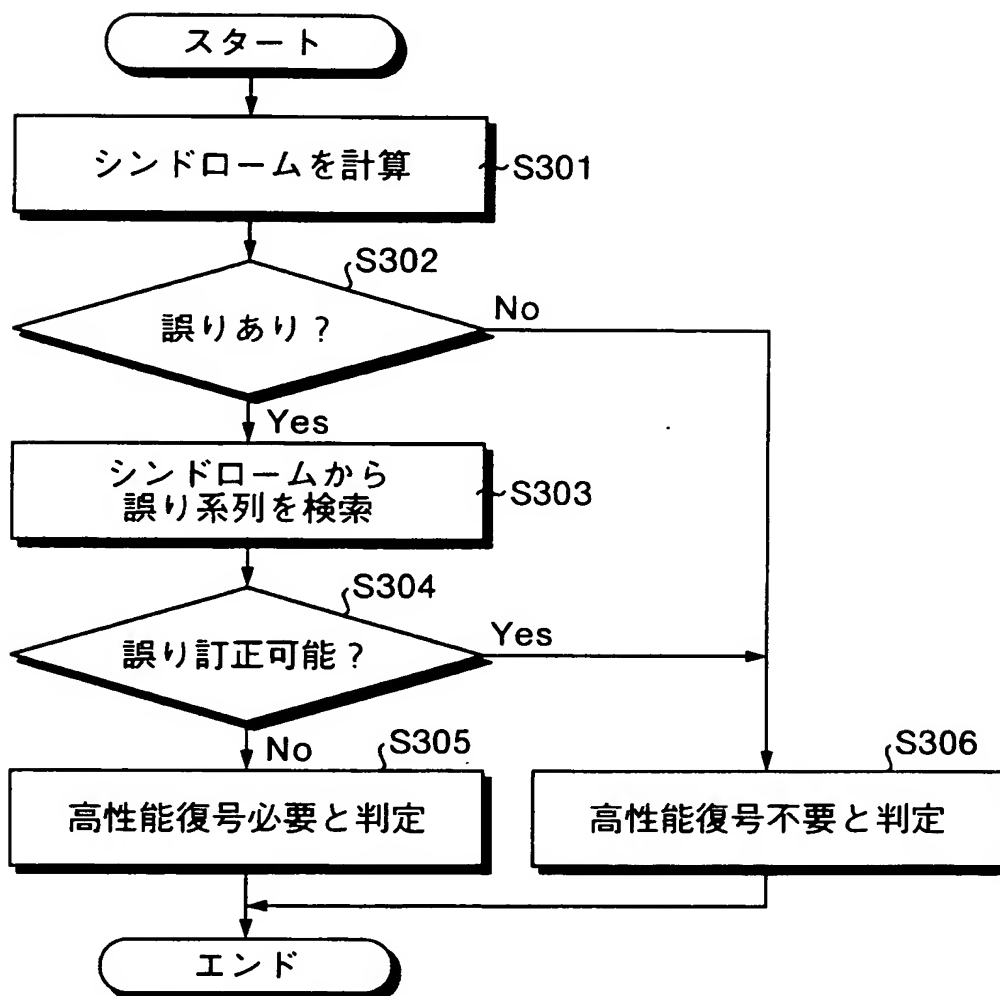
【図 2】

本実施の形態1に係る磁気ディスク再生装置の
処理手順を示すフローチャート



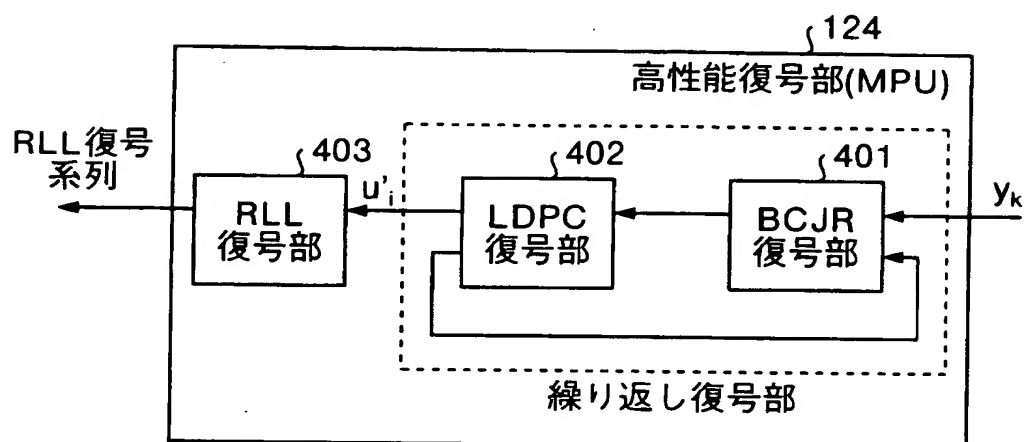
【図 3】

図1に示したECC判定部の処理手順を示すフローチャート



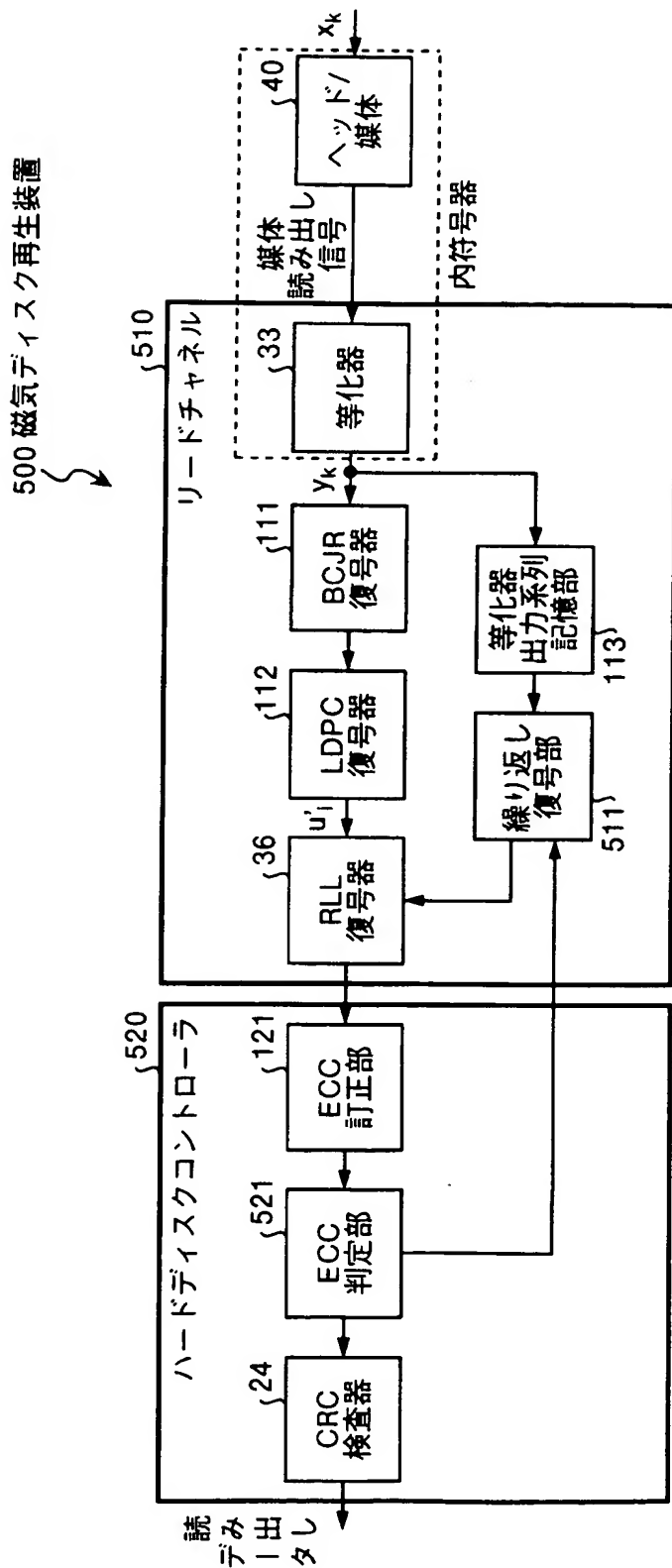
【図 4】

図1に示した高性能復号部のソフトウェア構成を示す図



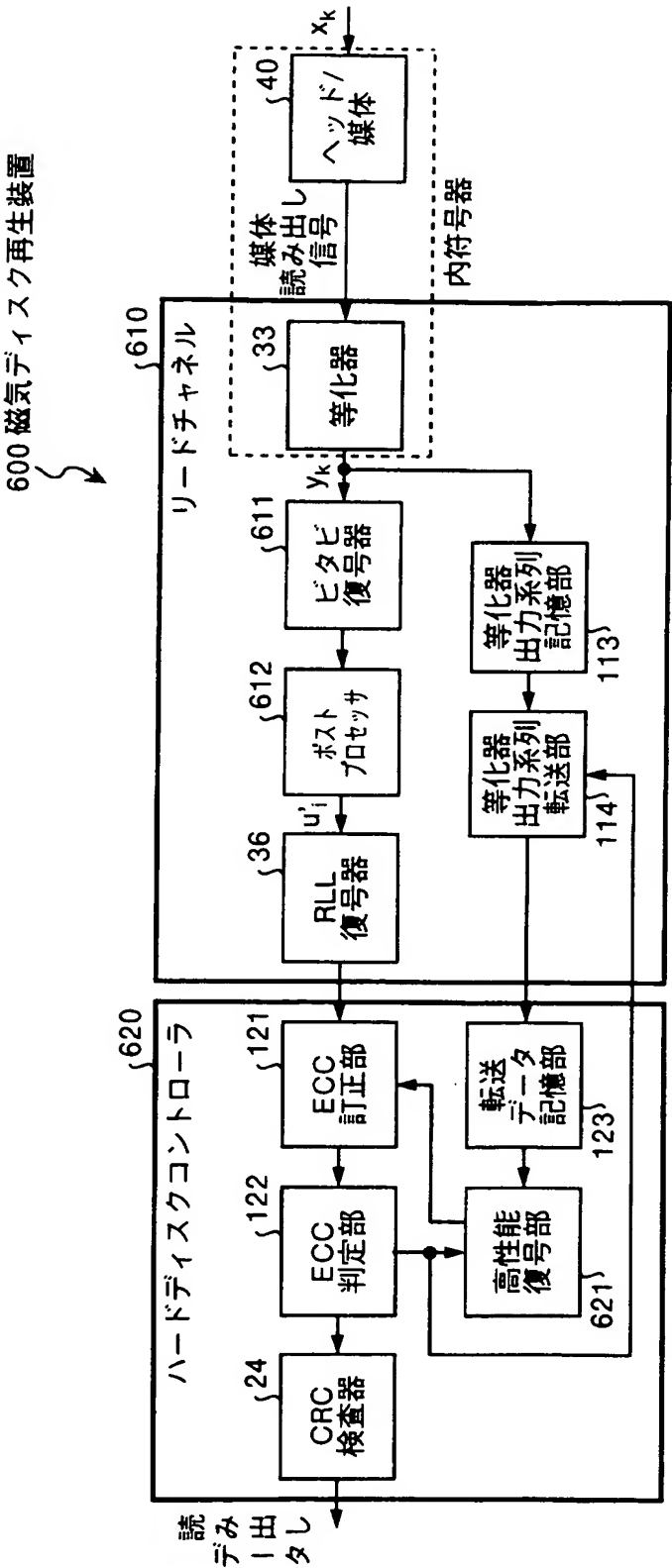
【図 5】

繰り返し復号をおこなうソフトウェアをリードチャネル内に設けたMPUで実行する
磁気ディスク再生装置の構成を示す機能ブロック図



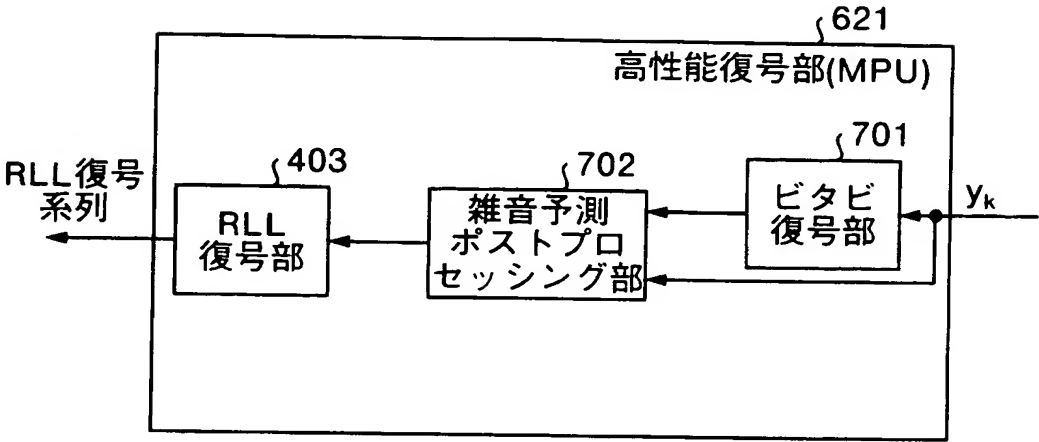
【図 6】

本実施の形態2に係る磁気ディスク再生装置の構成を示す機能ブロック図



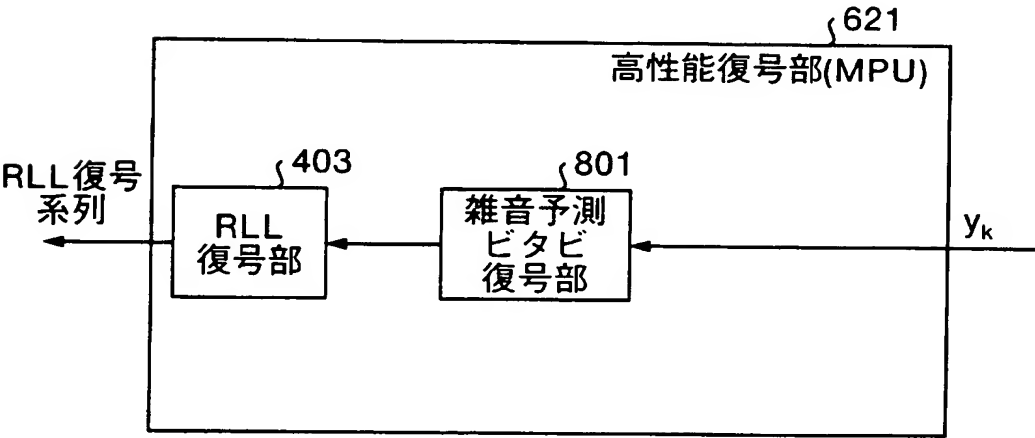
【図 7】

高性能復号部のソフトウェア構成を示す図



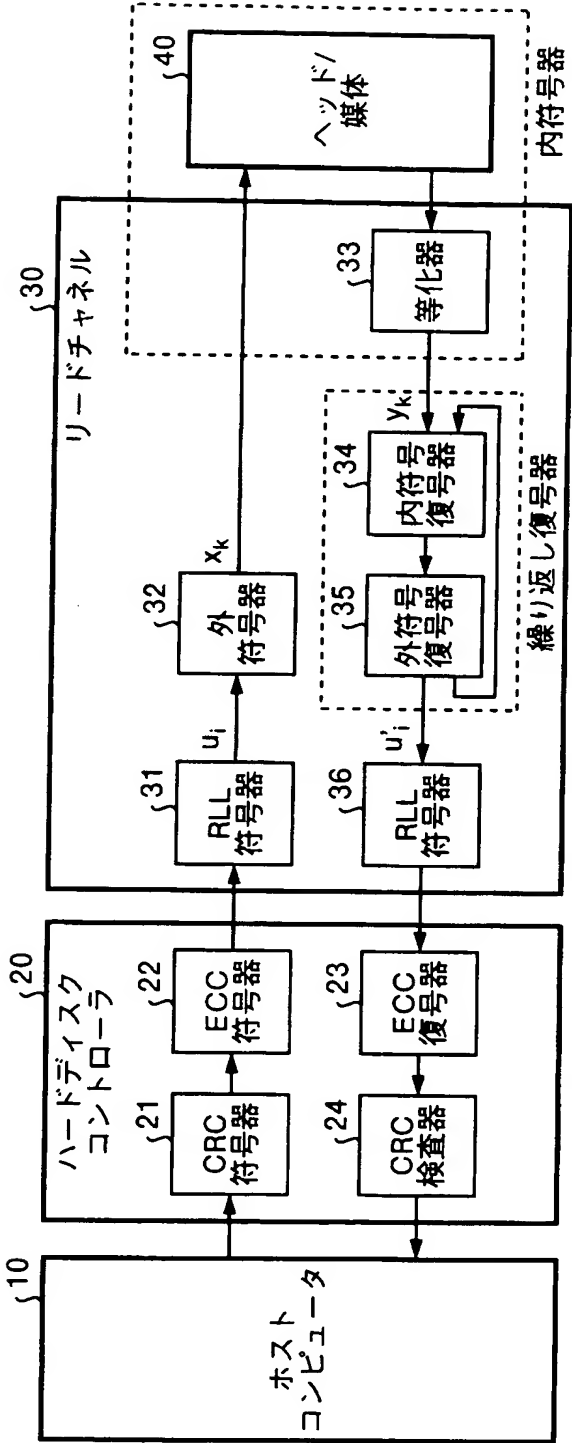
【図 8】

高性能復号部の他のソフトウェア構成を示す図



【図 9】

従来の繰り返し復号方式磁気記録再生装置におけるデータの流れを示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 誤り訂正符号により符号化された情報を記録した記録媒体から読み出した信号系列に対して誤り訂正復号をおこなって情報を再生する記録媒体再生装置で、復号に必要なハードウェアを増加することなく復号の性能を向上すること。

【解決手段】 ECC符号を用いて検出した誤りを訂正できたか否かをECC判定部122が判定し、検出した誤りを訂正できなかった場合には、等化器出力系列転送部114が等化器出力系列記憶部113に記憶された等化器出力系列 y_k をハードディスクコントローラ120内の転送データ記憶部123に転送し、転送された等化器出力系列 y_k を用いて高性能復号部114（ソフトウェア）が繰り返し復号をおこなう構成とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 3 9 5 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社